591.11

Stanford University Library
JAN 28 1901

Über den

Einfluss des Lichtes im Höhenklima

auf die Zusammensetzung des Blutes.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT BASEL

VORGELEGT VON

CARL FRIEDRICH MEYER

gew. II. Arzt der Basler Heilstätte Davos-Dorf.

BASEL

Buchdruckerei Kreis, Petersgraben 21.

1900.

Über den

Einfluss des Lichtes im Höhenklima

auf die Zusammensetzung des Blutes.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

UNIVERSITÄT BASEL

VORGELEGT VON

CARL FRIEDRICH MEYER

gew. II. Arzt der Basler Heilstätte Davos-Dorf.

BASEL

Buchdruckerei Kreis, Petersgraben 21.

1900.

MEINER LIEBEN MUTTER

IN DANKBARER VEREHRUNG UND LIEBE

GEWIDMET.

Über den Einfluss des Lichtes im Höhenklima auf die Zusammensetzung des Blutes.

Über den Einfluss des Höhenklimas auf den menschlichen und tierischen Organismus mit spezieller Berücksichtigung der Blutveränderungen im Hochgebirge, sind in den letzten Jahren schon zahlreiche Untersuchungen angestellt worden. Eine ganze Reihe von Forschern haben diese Frage näher studiert und so ist es auch nicht zu verwundern, wenn zur Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinungen schon eine grosse Zahl von Theorien aufgestellt worden ist.

Den ersten Anstoss zu diesen Blutuntersuchungen gaben wohl die Arbeiten über das Wesen der Bergkrankheit. Schon 1854 suchte ein Zürcher Arzt, *Conrad Meyer*, die nächste Ursache der Bergkrankheit «in der in Folge der absoluten Abnahme der Sauerstoffmenge und der starken Wasserverdampfung gestörten Blutumwandlung, Blutbildung und veränderter Blutmischung und einer gleichzeitigen, durch die Einwirkung des Lichtes bedingten Störung der Gehirnfunktion, welche ihrerseits wiederum auf den Blutbildungs- und Blutumwandlungsprozess zurückwirken kann.» Deutlicher drückt sich der französische Arzt *Fourdanet* aus, indem er in seinen Arbeiten über die Bergkrankheit (1861—76) die Möglichkeit ausspricht, es könnte das Blut auf die Sauerstoffverminderung der Höhenluft mit einer Erhöhung der Blutkörperchenzahl reagieren. Eine ähnliche Vermutung spricht 1877 *Paul Bert* in seinem berühmt gewordenen

Werke: «Sur la pression barométrique» aus, wobei er aber noch einen Schritt weiter geht und nicht nur eine Blutkörperchenvermehrung annimmt, sondern auch an die Möglichkeit einer Hæmoglobinvermehrung denkt, was er dann durch seine Untersuchungen bestätigen konnte. Er fand nämlich in Blutproben, welche ihm aus La Paz (Bolivia 3700 m) zugeschickt worden waren, ein viel grösseres Absorptionsvermögen für Sauerstoff und dementsprechend auch mehr Hæmoglobin. Bert glaubte aber, dass diese Veränderungen erst im Laufe längerer Zeit zu Stande kämen, und so bringen auch die Untersuchungen von *A. Müntz* nichts Neues, indem er, ausgehend von dieser Bert'schen Ansicht, seine im Jahre 1883 auf dem Pic du Midi (in den Pirenäen 2877 m) verbrachten Kaninchen erst im Jahre 1891 wieder untersuchte und dabei, wie Bert, im Blut mehr Eisen und ein grösseres Absorptionsvermögen für Sauerstoff fand, als bei Kaninchen in der Ebene.

Erst *F. Viault* konnte die Vermutung von Bert, dass es sich auch um eine Vermehrung der roten Blutkörperchen handle, durch Zahlen beweisen. Er macht seine ersten Untersuchungen in Peru, in einer Höhe von 4392 m, später in Frankreich auf dem Pic du Midi, 2877 m. An beiden Orten konstatierte er deutliche Zunahme an roten Blutkörperchen.

Durch diese Untersuchungen angeregt, machte man sich nun auch in der Schweiz an die Beobachtung dieser interessanten Frage. Hier war es unser Basler Physiologe *Prof. F. Miescher*, welcher den Blutveränderungen im Höhenklima seine ganze Aufmerksamkeit schenkte und durch Verbesserung der zur Untersuchungsmethode gebräuchlichen Instrumente dieses Studium bedeutend erleichterte. Auf seine Anregung und unter seiner Kontrole entstanden dann die Arbeiten seiner Schüler *Egger, Karcher*,

Veillon, *Suter* und *Jaquet*, welche mit dem an der Versammlung des Centralvereins schweizerischer Ärzte in Olten von Miescher gehaltenen Vortrag in Folge ihrer exakten, wissenschaftlichen Ausführung, grundlegend geworden sind für das ganze Studium der Blutveränderungen im Hochgebirge. Als Ergänzung zu diesen Untersuchungsreihen erschien dann später die Arbeit von *Kündig* im Turban'schen Sanatorium in Davos. Überhaupt waren es seit dem Erscheinen der Miescher'schen Arbeit hauptsächlich Ärzte von Heilstätten für Lungenkranke, welche sich für die Frage der Blutveränderungen im Hochgebirge näher interessierten; ich nenne hier noch ausser Kündig *Wolff* und *Köppe* in Reiboldsgrün, *von Jaruntowsky* und *Schröder* in Görbersdorf, *Meissen* und *Schröder* in Hohenhoneff. Während sich alle diese Forscher besonders mit der Nachprüfung der Miescher'schen Resultate und der Bestimmung der Blutkörperchenzahl für den entsprechenden Untersuchungsort beschäftigten, suchte eine ganze Reihe von Autoren durch Tierexperimente im Laboratorium dem Höhenklima ähnliche Bedingungen herzustellen, um auf diese Weise die Lösung dieser rätselhaften Frage näher zu bringen. Dahin gehören die Versuche von *Fränkel* und *Geppert*, *Sellier*, *Schaumann* und *Rosenquist* u. a. Wieder andere machten den Versuch, für die gefundenen Resultate eine passende Erklärung zu finden *(Grawitz, Bunge, Winternitz)*. Ich begnüge mich, bloss die Namen aller dieser Autoren anzuführen, ohne auf den Inhalt ihrer Arbeiten näher einzugehen, da dies in letzter Zeit von mehreren Forschern in ausführlicher Weise geschehen ist (Schaumann und Rosenquist, Grawitz, Schröder und Meissen).

Das Hauptresultat aller dieser Arbeiten besteht nun darin, dass die Mehrzahl der Untersucher eine Vermehrung der roten Blutkörperchen und des Hæmoglobins fanden,

abhängig von der Erhebung des Untersuchungsortes über den Meeresspiegel.

Zur Erklärung der Einwirkung des Höhenklimas auf die Zusammensetzung des Blutes sind nun eine ganze Reihe von Theorien aufgestellt worden. Die einen nehmen eine wirkliche Neubildung von roten Blutkörperchen an, während alle andern diese Vermehrung der Erythrocyten nur als eine scheinbare betrachten.

Es ist klar, dass die nächste Ursache für diese Blutveränderung in einem der Faktoren des Höhenklimas gesucht wurde. Die Eigentümlichkeiten desselben bestehen, kurz gesagt, in einer Abnahme des Luftdruckes und der Barometerschwankungen, einer vermehrten Insolation, bedingt durch eine geringere Dichtigkeit und geringeren Feuchtigkeitsgehalt der Atmosphäre, ferner in einer grössern Reinheit und Trockenheit der Luft, einer Abnahme der Lufttemperatur, einer geringeren Bewölkung im Winter und einer längeren Dauer der Schneedecke. Unter allen diesen Faktoren ist die Abnahme des Luftdruckes mit der Erhebung über den Meeresspiegel zuerst für die Erklärung dieser merkwürdigen Erscheinung herangezogen worden. Dafür sprachen nicht nur Wahrscheinlichkeitsgründe wie die Anpassung des Organismus an das Leben unter geringer Sauerstoffspannung, und das Steigen der Blutkörperchenzahl mit der Erhebung über den Meeresspiegel, sondern auch die zahlreichen Versuche, welche in den Laboratorien ausgeführt worden sind und welche bei allen, unter vermindertem Luftdrucke gehaltenen Tieren eine Vermehrung der roten Blutkörperchen ergaben. (v. Jaruntowsky und Schröder, Grawitz, Sellier, Regnard, Schaumann und Rosenquist.)

Obgleich schon Meyer und später Viault von einer Blutbildung in Folge der Abnahme des Sauerstoffs sprechen, so war doch *Miescher* der erste, welcher eine genauere

Erklärung für diese Theorie gab. Nach ihm «kommt in Folge des geringeren Sauerstoffpartiardruckes der Luft im Höhenklima keine genügende Sättigung des Blutes mit Sauerstoff zu Stande. Diese ungenügende Sättigung wird sich zuerst in den schlechter ventilierten, sauerstoffärmeren Partien der Lungen (Spitze und Basis) bemerkbar machen. Durch das sauerstoffarme Blut werden dann die feineren Regulatoren der Blutbildung, die wir wohl im Hauptsitz der Blutkörperchenneubildung, dem roten Knochenmark suchen müssen, gereizt.» Diese Miescher'sche Neubildungstheorie ist nun von verschiedenen Seiten angegriffen worden. Vor allem wurde die Notwendigkeit dieser Neubildung bestritten. Einmal, weil diese Blutveränderung schon in geringen Höhen vorkäme, wo eine Verminderung des Sauerstoffs in der Atmosphäre noch gar nicht vorhanden sei, dann aber hätten Versuche von Pflüger, Fränkel und Geppert und Lœwy bewiesen, dass die Sauerstoffsättigung des Blutes von der in der Atmungsluft vorhandenen Sauerstoffmenge in sehr weiten Grenzen unabhängig sei. Ferner spricht nach Grawitz gegen die Miescher'sche Theorie die ungeheure Vermehrung in so kurzer Zeit und ohne jegliche Reaktion, das Fehlen junger, kernhaltiger, roter Blutkörperchen, das spurlose Verschwinden der Erythrocyten beim Verlassen des Höhenklimas ohne jede Unpässlichkeit, ohne Icterus oder Hæmoglobinurie. Weiter erwähnt Grawitz, dass nach den Arbeiten von Rieder und von Noorden bei gesteigerter Proliferation des Knochenmarkes die Vermehrung der roten Blutkörperchen in der Regel gleichzeitig mit einer Vermehrung der Leucocyten verbunden sei, dass aber ein solches Auftreten einer Leucocytose in keiner Arbeit angeführt werde. Soweit mir die Arbeiten über diese Blutkörperchenfrage bekannt sind, haben sich eben die Autoren mit dem Zählen der Leucocyten gar nicht beschäftigt.

Diese Bedenken gegen die Neubildungstheorie veranlassten *Grawitz*, neue Tierexperimente anzustellen, und er glaubte auf Grund dieser Versuche die Blutveränderungen im Gebirge folgendermassen erklären zu können: «In Folge der Vermehrung und Vertiefung der Atemzüge im Höhenklima und der dadurch gesteigerten Wasserabgabe des Körpers, sowie in Folge der Trockenheit der Luft im Höhenklima tritt eine Verminderung des Wassergehaltes des Blutes, also eine Eindickung desselben ein, welche bei der Rückkehr in die Ebene durch Verminderung der Wasserabgabe bei gleicher Flüssigkeitsaufnahme wieder ausgeglichen wird.» Die Mikrocyten, welche viele Autoren beobachtet und als junge Blutkörperchen angesehen haben, betrachtet Grawitz als Formen, welche einen Teil ihres Wassergehaltes verloren haben. Dadurch, dass nicht überall da, wo eine Vermehrung der roten Blutkörperchen konstatiert worden ist, auch eine Vermehrung und Vertiefung der Atemzüge, sowie eine stärkere Verdunstung vorhanden ist, verliert diese Erklärung von Grawitz schon viel an Wahrscheinlichkeit; widerlegt wird sie geradezu durch die Bestimmungen des Trockenrückstandes des Serums, welche Egger und nachher Suter und Jaquet an Kaninchenblut in Arosa resp. in Davos und Basel vorgenommen haben. In der Diskussion, welche sich an den Vortrag von Grawitz über dessen Eindickungstheorie anschloss, machte Zuntz den bemerkenswerten Einwand, dass mit der Eindickung des Blutes auch eine Gewichtsabnahme einhergehen müsse, welche aber nirgends beobachtet worden sei. Er berechnete den Wasserverlust des gesamten Körpers bei einer Zunahme der Zahl der roten Blutkörperchen um 20 % auf 7—8 kg, welcher sich durch die Wage nicht nachweisen lasse.

Am XIII. Kongress für innere Medizin 1895 kommt sodann *Bunge* im Schlusswort seines Referates über die Eisentherapie auch auf diese Frage zu sprechen. Er gibt zwar die Möglichkeit zu, dass in der Höhenluft viel rote Blutkörperchen gebildet werden, hält es aber für sehr wohl möglich, dass im Höhenklima die Blutgefässe sich zusammenziehen, ein Teil des Plasma in die Lymphräume austritt und die Hæmoglobinmenge nur relativ vermehrt wird. Was aber diese Kontraktion der Gefässe veranlasst, darüber lässt uns Bunge im Unklaren. Unter Anleitung von Bunge suchte nun *Weiss* dieser Ansicht eine Stütze zu geben, indem er experimentell den Hæmoglobingehalt des Gesamtorganismus von Kaninchen in Andermatt und auf dem Pilatus bestimmte und die gefundenen Werte mit denen der Basler Kaninchen verglich. Dabei kommt er zu dem Resultate, dass vorläufig kein Grund vorhanden sei, einen günstigen Einfluss des Höhenklimas auf die Hæmoglobinbildung anzunehmen. Die Versuche von Weiss wurden von Jaquet und Suter in verschiedenen Punkten beanstandet und deshalb wiederholt, wobei jene aber eine deutliche Vermehrung des gesamten Blutfarbstoffes konstatieren konnten.

Ferner wurde die Vermehrung der roten Blutkörperchen von *Chéron* in Zusammenhang gebracht mit einer allgemeinen Steigerung des Blutdruckes, wodurch dann wieder eine relative Konzentration des Blutes bedingt wird. Die Annahme eines gesteigerten Blutdruckes im Hochgebirge ist jedoch nach dem, was sich in der Miescher'schen Arbeit über dieses Thema finden lässt, nicht erwiesen. *Winternitz* dagegen glaubt, dass unter physiologischen Verhältnissen in gewissen Organen eine Anhäufung von roten Blutkörperchen stattfinde, welche dann bei Änderungen der Herzaktion und des Gefässtonus in den allgemeinen Kreislauf geworfen werden. Auf Grund von Tierexperimenten will

Zuntz seine Annahme, auf welche wir weiter unten noch näher eingehen werden, bestätigen. Nach ihm handelt es sich nicht um eine Neubildung von roten Blutkörperchen, sondern nur um eine ungleichmässige Verteilung auf die verschiedenen Gefässbezirke des Körpers in Folge Änderung der Gefässlumina unter dem Einfluss verschiedenartiger Reize. Dieser Annahme einer ungleichmässigen Blutverteilung widersprechen aber die Angaben von Egger, welcher nicht nur in den Capillaren, sondern auch in den grössern Gefässen eine Vermehrung der roten Blutkörperchen nachwies. *Fick* spricht die Möglichkeit aus, dass es sich statt um eine vermehrte Neubildung ebensogut um einen verminderten Untergang, d. h. um eine Verlängerung der Lebensdauer des einzelnen Blutkörperchens handeln könne. Die Erythrocyten würden bei der langsameren Sauerstoffaufnahme aus einer an Sauerstoff ärmeren Luft mehr geschont.

Der Vollständigkeit wegen möchte ich es nicht unerwähnt lassen, dass in letzter Zeit sogar einige Autoren, *Gottstein*, *Meissen* und *Schröder*, zu beweisen versucht haben, dass die Ursache für die mit dem Thoma-Zeiss'schen Apparat erhaltene Blutkörperchenvermehrung nicht im Blute selbst zu suchen sei, sondern hauptsächlich in der durch den wechselnden Luftdruck bedingten Volumsveränderung der Zählkammer. Auf diese Weise sei die sofort eintretende Vermehrung der roten Blutkörperchen ohne Vermehrung des Hœmoglobingehaltes beim Übergang vom grösseren zum geringeren Luftdruck zu erklären, während die noch später eintretende Vermehrung der Blutkörperchen und des Hæmoglobins der Verbesserung der Gesundheit und den nicht zu bestreitenden, höchst wirksamen Heilfaktoren des Hochgebirges zuzuschreiben sei. Schon Schaumann und Rosenquist weisen mit Recht darauf hin, dass diese

Einwände gegen den Zählapparat jedenfalls für die Laboratoriumsversuche nicht in Betracht kommen, denn bei allen diesen Experimenten wurde das Blut ausserhalb des verdünnten Raumes untersucht, wo von «Heilfaktoren» des Höhenklimas nicht die Rede sein kann und die verdünnte Luft nicht mehr auf das Präparat einwirkt. Ferner sagt Schröder selbst, dass nur die erste, sofort eintretende Vermehrung durch die im Apparat liegende Fehlerquelle erklärt werden könne, nicht aber jene Zunahme, welche erst später erfolgt. Nun tritt nach den meisten Autoren die Hauptvermehrung erst allmälig ein und nur Wolff und Köppe und später Mercier fanden in den ersten 24—36 Stunden schon eine Vermehrung bis zu einer Million. Eine andere als diese Schröder'sche Erklärung für die erste vorübergehende Steigerung der Erythrocyten ist bis jetzt noch nicht versucht worden und wir wollen deshalb weiter unten noch auf die Möglichkeit einer andern Deutung hinweisen.

Aber nicht nur der verminderte Luftdruck ist als Ursache für die Blutkörperchenvermehrung bekannt, sondern schon seit einigen Jahren wissen wir, dass auch thermische Einflüsse eine Veränderung in der Zusammensetzung des Blutes herbeizuführen im Stande sind. So berichtet *Friedländer* in seinem Vortrag am Kongress für innere Medizin 1897, dass schon *Rovighi, Winternitz, Grawitz, Breitenstein* u. a. nach Kältereizen eine Zunahme des spezifischen Gewichtes des Capillarblutes, eine Vermehrung der roten Blutkörperchen und der Leucocyten beobachtet haben, Grawitz und Lœwy unter Wärmewirkung dagegen eine Verminderung des spezifischen Gewichtes und der Blutkörperchen. Friedländer kommt durch seine Versuche zu dem Resultate, dass kurze Kälteeinwirkung eine gleichmässige Vermehrung der roten und weissen Blutkörperchen, anhaltende

Kältewirkung aber eine Verminderung der roten Blutkörperchen und eine Vermehrung der Leucocyten herbeiführen. Eine absolute Vermehrung oder Verminderung der Erythrocyten schliesst Friedländer aus und nimmt in Übereinstimmung mit Cohnstein und Zuntz an, dass unter dem Einfluss der Kälte eine ungleichmässige Verteilung der Blutkörperchen zu Stande kommt. Auch *Mosso* glaubt, dass die Zusammensetzung des Blutes in den Alpen mehr durch die Kälte als durch den Luftdruck modifiziert werde. Dagegen fand Egger, dessen Untersuchungen in Arosa von Beginn der Sommersaison 1891 an bis März 1893 dauerte, keinen Unterschied zwischen den Resultaten, welche er im Sommer und denen, welche er im Winter erhalten hatte. Auch die Arbeit von Kündig in Davos stimmt damit überein. Ferner hat *Murri* beobachtet, dass ein einfaches kaltes Bad bei längerem Verweilen in demselben eine Vermehrung der roten Blutkörperchen hervorrufe, auf welche dann nach einigen Stunden eine Verminderung folge. Ähnliche Resultate bekam auch *Mangianti* in der Klinik von Professor Bozzolo.

Von den ältesten bis zu den jüngsten Arbeiten über das Höhenklima, die Bergkrankheit oder ähnliche Themata, überall finden wir kürzere oder längere Abschnitte, in denen der Einfluss des Sonnenlichtes auf den menschlichen Organismus beschrieben wird. Es würde mich zu weit führen, die ganze Litteratur darüber hier zusammenzustellen und es wäre auch vollständig überflüssig, da dies in ausführlicher Weise in den Arbeiten von *Gebhardt* und *Schöneberger* geschehen ist.

Von verschiedenen Seiten ist nun auch versucht worden, die Blutkörperchenvermehrung im Hochgebirge als direkt abhängig von der grossen Lichtintensität zu erklären. Allerdings finden wir darüber in der Litteratur

sehr wenig präzise Angaben. Allgemein wird angenommen, dass Mangel an Sonnenlicht und frischer Luft zu Anæmie und Chlorose prædisponiere und vielfach wird dabei das Hæmoglobin des Blutes mit dem Chlorophyll der Pflanze verglichen. Auch *Immermann* spricht von einem nachteiligen Einfluss, den der Mangel dieser wohlthätigen Lebensreize auf die Gesundheit und speziell auf die Blutbildung ausübe. *Graffenberger* fand in seinen Versuchen an Kaninchen, dass bei kurzdauernder Lichtentziehung «zunächst eine Verminderung des Hæmoglobingehaltes des Blutes eintrete, bei längerer Einwirkung vermutlich eine solche Verkleinerung des gesamten Blutquantums, dass nunmehr der prozentische Hæmoglobingehalt des Blutes ein grösserer werde.» Über den Einfluss auf die Zahl der roten Blutkörperchen wird nichts erwähnt. Dagegen fanden *Wilbouchewitsch* und *Hayem*, dass bei Landaufenthalt die Zahl der Blutkörperchen bei denselben Individuen grösser ist, als beim Aufenthalt in der Stadt, was *Reinert* auf den günstigen Einfluss von frischer Luft und Sonne bezieht. Nach Reinert gehören auch die Versuche von *Stierlin* hieher, welcher am Schlusse seiner Arbeit über die Blutkörperchenzählungen und Hæmoglobinbestimmungen bei Ferienkindern eine Zunahme der roten Blutkörperchen fand bei gleichbleibendem Hæmoglobingehalt des Blutes. *Leuch*, welcher die Untersuchungen Stierlins an einer grössern Zahl Ferienkinder wiederholte, erhielt aber neben der Zunahme der roten Blutkörperchen auch eine solche des Hæmoglobins. Während Stierlin glaubt, dass die Blutverbesserung bei den Ferienkindern nicht von langer Dauer sei, fand Leuch noch 4 Monate nach der Rückkehr eine Vermehrung der roten Blutkörperchen und des Hæmoglobins gegenüber dem vor der Abreise aufgenommenen Befunde. Auch *Mosso* sucht die Ursache der Vermehrung der Ery-

throcyten bei den Versuchen von Suter und Veillon in Langenbruck nicht in dem verminderten Luftdruck, sondern vielmehr in den klimatischen Verhältnissen, in der intensiven Wirkung der Sonnenstrahlen, in der grössern Lufttrockenheit und in der veränderten Lebensweise. «Nicht die Verminderung des Sauerstoffs», sagt Mosso, «sondern das Licht, die Umgebung und die Bewegung sind die wirksamen Faktoren des Höhenklimas.» Obschon also die Möglichkeit eines Lichteinflusses auf die Vermehrung der roten Blutkörperchen von verschiedenen Autoren betont worden ist, so ist meines Wissens *Zuntz* doch der erste, welcher diese Annahme durch Tierexperimente bestätigen konnte. «Bei denselben erwies sich intensives Licht als ein Reiz, der momentan die Zahl der roten Blutkörperchen in den Hauptgefässen zum Steigen bringt.» Als weitere Reize auf die Gefässnerven, welche eine ungleiche Verteilung der Erythrocyten bewirken können, nennt Zuntz Kälte Wärme und Winde.

Für den gleichen medizinischen Kongress 1897, an welchem Friedländer über die thermischen Einflüsse auf die Blutveränderungen referierte, war auch die Arbeit von *Marti* bestimmt, welcher unter Leitung von *Kronecker* untersucht hatte, in welcher Weise chemische Hautreize und Bestrahlung der Haut auf die Bildung des Blutes einwirken. Aus seinen Versuchen, die er zur Erklärung des Lichteinflusses auf die Bildung der Erythrocyten gemacht hatte, zieht er den Schluss, dass «die Dunkelheit die Zahl der roten Blutkörperchen vermindere, intensive und dauernde Bestrahlung (auch nachts bei elektrischem Lichte) dagegen die Bildung der Erythrocyten und in geringerem Grade auch die des Blutfarbstoffes anrege. Die Verminderung im Dunkeln erreicht nach etwa 2 Wochen ein Minimum, wonach eine beschränkte Regeneration erfolgt.» Ein Jahr

später, 1898, erschien dann in Berlin, unabhängig von der Marti'schen Arbeit — denn in der sehr umfangreichen Litteraturbeschreibung wird dieselbe nirgends erwähnt — eine Dissertation von *Schöneberger* über den Einfluss des Lichtes auf den tierischen Organismus nebst Untersuchungen über Veränderungen des Blutes bei Lichtabschluss. Die Versuche wurden auf Veranlassung und unter Leitung von *Grawitz* angestellt; das Resultat derselben steht in geradem Gegensatz zu den Marti'schen Experimenten. Aus den Berliner Versuchen ergiebt sich nämlich «die auffällige Thatsache, dass das Gesamtblut sowohl in der Dunkelheit als auch nach Ausschaltung des Augenlichtes eine progressive mässige Zunahme an Zellen und festen Substanzen aufweist, die man mit grösster Wahrscheinlichkeit auf einen zunehmenden Wasserverlust im Blute zurückführen kann, da das Blutserum eine zum Teil ganz beträchtliche zunehmende Eindickung erfährt.» Sowohl Höhenklima als auch Mangel an Sonnenlicht im Tiefland bewirken demnach nach Grawitz eine Bluteindickung.

Leider ist in beiden letztgenannten Arbeiten die Zahl der Versuchstiere sehr klein und über die Versuchsanordnung und die Untersuchungsmethoden sind nur kurze Andeutungen gemacht. Auch fehlen bei beiden die Gewichtsbestimmungen, welche doch gerade bei diesen Versuchen von grosser Wichtigkeit sind. Marti verwendete zu seinen Versuchen 3 Ratten, bei welchen er, nachdem sie 16 Tage im Dunkeln gehalten waren, eine Verminderung der roten Blutkörperchen um 2,3, 2,0 und 1,75 Millionen fand. Die gleichen Tiere brachte er dann in die elektrischen Lichtwerke, wo sie am Tage intensiv besonnt und in der Nacht von Bogenlampen direkt bestrahlt wurden. Die Zunahme an roten Blutkörperchen über die Anfangszahl betrug nach 9 Tagen 0,75, 1,5 und 1,6 Millionen. Versuchstiere von

Schöneberger waren 4 Kaninchen, wovon er eines als Kontrolltier frei und unbehindert herumlaufen liess. 2 Kaninchen brachte er in eine geräumige, oben mit Drahtgitter versehene Kiste, von welcher er durch mehrere Schichten schwarzen Stoffes alle chemisch wirkenden Strahlen abschloss. Dem 4. Kaninchen machte er um den Kopf einen Gipsverband, der nur Maul und Ohren frei liess. Auffallend gering, aber jedenfalls zum Zählen sehr bequem, ist nun bei allen Berliner-Kaninchen die Zahl der roten Blutkörperchen, deren Maximum 3,2 Millionen beträgt, während die ausgewachsenen, ca. 4—5 Monate alten Kaninchen, welche Egger, Jaquet, Suter etc. zu ihren Versuchen benützten, etwa 5 Millionen im Durchschnitt hatten. Merkwürdig ist ferner, dass die Zahl der roten Blutkörperchen nicht nur bei den Dunkelkaninchen A, C und D zugenommen hat, sondern auch bei dem Kontrolltier B, welches im Lichte gelassen worden war. Die Zunahme in den 40 Tagen war bei allen Kaninchen ungefähr die gleiche:

Kaninchen A 367,000.
» B 372,000 (Kontrolltier).
» C 393,000.
» D 375,000.

Da über das Alter und das Gewicht der Tiere absolut nichts angegeben wird, so könnte man sich auch die niedrigen Blutkörperchenzahlen und die Zunahme derselben sowohl bei dem Kontrolltier als auch bei den Dunkeltieren dadurch erklären, dass die Kaninchen eben noch nicht ausgewachsen waren und die Zunahme der Erythrocyten dem Wachstum zuzuschreiben ist.

Auf Anregung von Herrn Dr. F. Egger entschloss ich mich nun, an einer grösseren Reihe von Versuchstieren die Experimente von Marti in Bern und Schöneberger in Berlin zu kontrollieren, um dann an Hand meiner Resul-

tate auch die Frage beantworten zu können, ob die vermehrte Intensität des Lichtes im Hochgebirge wirklich, wie so vielfach behauptet wird, einen Einfluss auf die Zusammensetzung des Blutes ausübe, und welcher Natur dieser Einfluss sei.

Als Zeit für diese Versuche wurde absichtlich der Sommer gewählt, da Tierexperimente im Hochgebirge zur Winterszeit mit verschiedenen Schwierigkeiten verbunden sind. Einmal leiden die Tiere stark auf dem Transport aus dem milderen Klima des Tieflandes in den Davoserwinter, dann aber würden auch die Resultate durch den Temperaturunterschied im Licht- und im Dunkelraum beeinflusst. Bei unsern Versuchen im Sommer dagegen ergaben die Ablesungen in beiden Räumen immer ungefähr die nämlichen Werte zwischen 15 und 17° C. Allerdings ist im Sommer die Lichtintensität eine geringere, da die Wirkung des von der Schneefläche reflektierten Lichtes wegfällt, dagegen ist die Dauer des Lichteinflusses eine längere.

Als Versuchstiere wählte ich Kaninchen und Ratten, um direkt mit den Versuchen von Schöneberger und Marti vergleichen zu können. Die Versuchskaninchen waren alle von einem Wurf und ca. 5 Monate alt. Damit die ersten Zählungen in Davos nicht etwa durch den Wechsel der Nahrungsverhältnisse beeinflusst würden, liess ich den Tieren in Basel eine ähnliche Nahrung geben, wie sie im Basler Sanatorium in Davos für dieselben möglich war. Sie bestand aus Gras, Brot und mit Wasser angefeuchteter Kleie und war immer in genügender Menge vorhanden. Wasser oder Milch wurde weder den Kaninchen oder Ratten verabfolgt. Störungen in der Ernährung oder der Verdauung der Tiere traten niemals ein. Je 4 Stück waren in einem geräumigen Stalle untergebracht, den sie während der ganzen Zeit der Versuche nie verliessen.

Die Tiere kamen abends 5 Uhr in Davos an und wurden dann Tags darauf gewogen, die Zahl der Erythrocyten, das Hæmoglobin bestimmt und nachdem das geschehen, 4 Kaninchen in den Lichtraum und 4 in den Dunkelraum gebracht.

Als Lichtraum diente mir ein sehr heller, weissgetünchter, an der Südostecke des Hauses gelegener Raum, der im Sommer wenig benützt wird. Einen sehr zweckmässigen Dunkelraum fand ich in dem zum Desinfektionsapparat gehörigen Beladungsraum, nachdem ich dessen Fenster mit schwarzem Tuch und Papier verhängt hatte.

Um eine möglichst genaue Kontrolle über die Blutveränderungen zu erhalten, wurden die Bestimmungen alle 3– 4 Tage wiederholt und so im ganzen bei jedem Kaninchen 15 Zählungen vorgenommen. Nach Ablauf von 29– 30 Tagen wurden dann die Tiere gewechselt, die Lichtkaninchen kamen in den Dunkelraum und umgekehrt. Sowohl Licht- als auch Dunkeltiere nahmen von Anfang an die gleiche Quantität Nahrung zu sich, was auch bei allen Kaninchen durch die konstant ansteigenden Gewichte bestätigt wird. Auffallend war, dass nach dem Wechsel die Tiere, welche in den Dunkelraum kamen, in den ersten Tagen mehr Nahrung verzehrten, als dies bei den Tieren der Fall war, welche aus dem Dunkeln ins Licht versetzt wurden.

Wie die Kaninchen, so liess ich auch die Ratten in zwei Partien nach Davos kommen, um nicht alle acht Bestimmungen an einem Tage machen zu müssen; das Resultat derselben hätte in Folge von Ermüdung der Augen sehr leicht beeinflusst werden können, namentlich bei den Ratten, deren Blutkörperchenzahl eine viel grössere ist (von mir erreichtes Maximum 11,944,000 in 1 cmm). Leider konnten äusserer Umstände wegen die 8 Ratten

nicht gleich nach ihrer Ankunft, sondern erst nach 21 Tagen untersucht werden. Da das Resultat nach dieser Zeit bei den Lichttieren dem der Dunkelratten ähnlich war, so liess ich eine zweite Sendung von 4 weitern Ratten aus Basel kommen, an denen ich dann vom zweiten Tage an, wie bei den Kaninchen, die Bestimmungen mehrmals wiederholte. Die Nahrung bestand aus Küchenabfällen und angefeuchteter Kleie. Wasser oder Milch bekamen sie ebensowenig als die Kaninchen. Eine Ratte starb, eine zweite musste getötet werden.

14 Tage, nachdem die Tiere von Davos nach Basel geschickt worden waren, wurde das Blut sämtlicher Kaninchen von mir nochmals untersucht. Leider konnte dies nur noch bei 2 Ratten gemacht werden; die übrigen wurden nämlich aus Versehen aus ihren getrennten Käfigen heraus in eine gemeinsame Kiste gethan und dadurch für mich unkenntlich gemacht.

Das Blut wurde bei den Kaninchen durch Einstich aus den Ohrgefässen gewonnen, bei den Ratten aus den Venen der Schwanzwurzel, hie und da auch aus einer Arterie derselben.

Was nun die Untersuchungsmethoden anbetrifft, so benützte ich für die Zählungen den Thoma-Zeiss'schen Apparat, für die Hæmoglobinbestimmungen den nach Miescher modifizierten Fleischl'schen Hæmometer. Dabei folgte ich möglichst genau den Angaben, welche Kündig, Karcher, Veillon, Suter und Egger in ihren Arbeiten machen.

Bei sämtlichen Untersuchungen wurden aus den Blutstropfen jeweils 3 Miescher'sche Mélangeurs gefüllt, ein grösserer für die Hæmoglobinbestimmung, die beiden andern für die Zählung. Ich möchte hier für solche Blutuntersuchungen ganz besonders noch auf die Notwendigkeit des Gebrauches von 2 Mélangeurs hinweisen und behaupten,

dass die Resultate von Erst-Untersuchungen, welche ohne dieselben gemacht werden, an Glaubwürdigkeit und Zuverlässigkeit erheblich verlieren, da durch diese Kontrolle am sichersten ein willkürliches Verwenden der gefundenen Werte ausgeschlossen werden kann. Dass dabei alle übrigen Vorschriften, sorgfältiges Füllen der Mélangeurs, schnelle und gute Füllung der Zählkammer, sorgfältiges Auflegen des Deckglases genau befolgt werden müssen, ist ja selbstverständlich, ebenso, dass Kammerfüllungen mit Luftblasen oder ohne deutliche Newton'sche Farbenringe nicht verwendet werden dürfen. Damit wird ja aber noch lange nicht verlangt, dass die Beachtung aller dieser Vorschriften in jeder einzelnen Arbeit über diese Frage besonders erwähnt werden muss. Auffallend jedoch ist es, wenn Schröder als ultimum refugium die seinen Ansichten widersprechenden Resultate der Turban'schen Gewährsmänner auf das Nichtbeachten resp. Nichterwähnen der Newton'schen Ringe zurückführen will. Die Anleitung zum Blutkörperchenzählen erhielt ich von Kündig selbst, welcher mich ganz speziell auf das Beachten der Newton'schen Ringe aufmerksam machte. Von ihm weiss ich auch, dass bei allen seinen Untersuchungen kein Präparat ohne diese Farbenringe verwertet wurde.

Im Ganzen wurden 164 Untersuchungen gemacht mit einem mittleren Fehler von 0,27 %, d. h. bei der Zählung von je 100 Blutkörperchen sind Schwankungen von $\pm$ 0,27 Blutkörperchen möglich. Allerdings muss hinzugefügt werden, dass in 36 Fällen, wo die Übereinstimmung der beiden Mélangeurs nicht so genau war, das Resultut der ersten beiden Kammerzählungen nachkontrolliert wurde. Die gut zusammenstimmenden Werte wurden dann als richtig angenommen und in Rechnung gebracht. Dieser kleine Fehler, — der kleinste, der bis jetzt erreicht worden ist — spricht in erster Linie für die genaue Über-

einstimmung der beiden verwendeten Mélangeurs, dann aber auch für die Genauigkeit der Untersuchungsmethode. Ferner kommt hier noch ein weiterer Umstand in Betracht, den Kündig mit Recht betont, dass nämlich der Fehler um so kleiner wird, je grösser die gezählte Blutkörperchenmenge ist; bei den Kaninchen betrug dieselbe in 200 Feldern durchschnittlieh 1500, bei den Ratten 2655.

Zur Bestimmung des Hæmoglobins wurden am Hæmometer stets 10 Ablesungen gemacht und aus deren Mittel dann der Wert in Prozent ausgerechnet.

Das Resultat der Untersuchungen war nun folgendes:

I. Kaninchen.

1. Lichttiere:

Ankunft in Davos..... ..... 1. Juli.

Wechsel vom Licht- in den Dunkelraum nach 29 Tagen.

Kaninchen A	Zahl d. roten Blutkörperchen i. cmm.	Hæmoglobin Prozent	Gewicht Kg.
2. Juli	5,816,000	11,34	1,500
4. »	5,556,000	10,27	1,550
6. »	5,472,000	10,68	1,700
10. »	5,592,000	10,71	1,800
14. »	5,716,000	11,10	1,950
18. »	5,948,000	12,20	2,175
21. »	5,960,000	12,18	2,275
26. »	5,960,000	14,28	2,425
29. »	5,974,000	12,54	2,500
	Kommt in den Dunkelraum den 31. Juli.		
4. Aug.	6,324,000	12,45	2,700
10. »	6,432,000	13,23	3,075
31. »	6,744,000	14,12	3,600
	Ankunft in Basel den 5. September.		
19. Sept.	5,944,000	—	3,375

Kaninchen B	Zahl d. roten Blutkörperchen i. cmm.	Hæmoglobin Prozent	Gewicht Kg.
2. Juli	6,392,000	14,07	1,750
5. »	5,000,000	11,13	1,800
7. »	5,636,000	11,59	1,950
11. »	5,568,000	12,51	2,100
14. »	6,056,000	13,53	2,175
18. »	6,148,000	13,32	2,350
21. »	5,884,000	13,65	2,450
26. »	6,056,000	14,31	2,600
29. »	6,360,000	13,95	2,700
Kommt in den Dunkelraum den 31. Juli.			
4. Aug.	6,780,000	14,25	2,750
10. »	6,856,000	16,16	3,000
31. »	6,948,000	16,42	3,200
Ankunft in Basel den 5. September.			
19. Sept.	6,604,000	—	3,175
Kaninchen C			
2. Juli	6,568,000	11,4	1,750
4. »	5,384,000	11,13	1,825
6. »	4,880,000	10,24	1,800
11. »	4,448,000	10,62	2,050
14. »	5,852,000	12,63	2,225
18. »	5,904,000	13,74	2,450
22. »	6,172,000	-	2,550
27. »	6,612,000	13,84	2,600
29. »	6,652,000	13,64	2,700
Kommt in den Dunkelraum den 31. Juli.			
4. Aug.	6,768,000	14,07	3,000
10. »	6,520,000	13,92	3,250
31. »	6,648,000	13,98	3,300
Ankunft in Basel den 5. September.			
19. Sept.	6,236,000	—	3,375

Kaninchen D	Zahl d. roten Blutkörperchen i. cmm.	Hæmoglobin Prozent	Gewicht Kg.
2. Juli	5,612,000	12,99	1,800
5. »	5,368,000	11,52	1,750
7. »	5,580,000	10,91	1,900
11. »	5,808,000	11,79	2,000
15. »	5,624.000	11,70	2,150
17. »	5,676,000	13,02	2,175
19. »	6,404,000	13,95	2,200
22. »	6,280,000	12,51	2,200
27. »	6,120,000	12,42	2,300
29. »	6,268,000	13,81	2,450
Kommt in den Dunkelraum den 31. Juli.			
4. Aug.	6,592,000	13,83	2,600
10. »	6,212,000	14,48	2,675
31. »	6,860,000	15,60	3,000
Ankunft in Basel 5. September.			
19. Sept.	6,076,000	—	3,000

2. Dunkeltiere:

Ankunft in Davos..... 2. Juli.

Wechsel vom Dunkel- in den Lichtraum nach 28 Tagen.

Kaninchen E	Zahl d. roten Blutkörperchen i. cmm.	Hæmoglobin Prozent	Gewicht Kg.
3. Juli	5,816,000	9,05	1,850
5. »	5,368,000	11,1	1,800
7. »	5,824,000	11,8	1,900
11. »	5,416,000	11,49	2,050
15. »	5,136,000	11,16	2,150
18. »	4,928,000	10,5	2,275
21. »	4,708,000	11,2	2,375
27. »	5,924,000	14,66	2,500
29. »	6,052,000	13,05	2,650
Kommt in den Lichtraum den 31. Juli.			
5. Aug.	7,144,000	15,54	2,700
10. »	7,044,000	16,16	2,850
29. »	7,192,000	16,46	3,150
Ankunft in Basel den 5. September.			
20. Sept.	6,572,000	—	3,225

Kaninchen F	Zahl d. roten Blutkörperchen i. cmm.	Hæmoglobin Prozent	Gewicht Kg.
3. Juli	5,992,000	11,32	1,950
5. »	5,424,000	10,47	1,950
7. »	5,004,000	10,59	2,025
11. »	4,696,000	10,41	2,150
15. »	4,572,000	10,41	2,325
18. »	5,112,000	12,27	2,525
19. »	5,128,000	12,33	2,525
21. »	5,096,000	11,7	2,575
27. »	5,972,000	12,27	2,700
29. »	6,516,000	13,47	2,900
Kommt in den Lichtraum den 31. Juli.			
4. Aug.	6,732,000	13,98	3,000
10. »	6,452,000	13,89	3,275
29. »	6,520,000	13,92	3,575
Ankunft in Basel den 5. September.			
20. Sept.	6,224,000	—	3,575
Kaninchen G			
3. Juli	6,476,000	12,78	1,600
5. »	5,584,000	12,42	1,750
7. »	6,024,000	13,2	1,800
11. »	5,576,000	11,38	1,950
15. »	5,588,000	11,59	2,000
18. »	4,976,000	11,14	2,050
21. »	5,784,000	12,84	2,250
27. »	6,616,000	15,48	2,350
29. »	6,608,000	14,85	2,425
Kommt in den Lichtraum den 31. Juli.			
4. Aug.	7,324,000	13,44	2,400
10. »	7,172,000	13,84	2,600
30. »	7,208,000	14,17	2,975
Ankunft in Basel den 5. September.			
20. Sept.	6,612,000	—	2,700

Kaninchen H	Zahl d. roten Blutkörperchen i. cmm.	Hæmoglobin Prozent	Gewicht Kg.
3. Juli	6,476,000	12,9	1,900
5. »	4,984,000	11,61	2,100
7. »	5,084,000	11,43	2,100
11. »	5,408,000	11,04	2,150
15. »	5,956,000	11,49	2,200
17. »	5,308,000	11,37	2,250
19. »	5,364,000	11,36	2,250
22. »	5,444,000	12,1	2,575
27. »	5,840,000	12,75	2,700
29. »	6,116,000	13,44	2,800
Kommt in den Lichtraum den 31. Juli.			
5. Aug.	5,672,000	11,76	2,850
7. »	6,060,000	12,93	3,100
12. »	6,564,000	13,80	3,200
30. »	6,936,000	14,22	3,550
Ankunft in Basel den 5. September.			
20. Sept.	6,564,000	—	3,550

II. Ratten.

I. Sendung.

1. Lichttiere:

Ratte A	Zahl der roten Blutkörperchen i. cmm.	Hæmoglobin Prozent
Nach 21 Tagen im Lichtraume	9,932,000	17,6
Kommt in den Dunkelraum		
Nach 9 Tagen im Dunkeln	10,156,000	18,36
» 14 » » »	10,136,000	17,32
» 28 » » »	10,072,000	17,52
Ratte B		
Nach 21 Tagen im Lichtraume	10,108,000	19,48
Kommt in den Dunkelraum		
Nach 8 Tagen im Dunkeln	10,244,000	16,64
» 14 » » »	10,088,000	18,6
» 28 » » »	9,908,000	18,57

Ratte C	Zahl der roten Blutkörperchen i. cmm.	Hæmoglobin Prozent
Nach 21 Tagen im Lichtraume	9,752,000	19,12
Kommt in den Dunkelraum		
Nach 8 Tagen im Dunkeln	11,580,000	18,35
» 14 » » »	11,872,000	20,06
» 29 » » »	11,788,000	19,0

Ratte D		
Nach 21 Tagen im Lichtraume	9,860,000	18,42
Kommt in den Dunkelraum		
Nach 8 Tagen im Dunkeln	10,324,000	16,28
» 14 » » »	10,392,000	14,68
» 29 » » »	10,380,000	15,72

2. Dunkeltiere.

Ratte E		
Nach 21 Tagen im Dunkelraume	9,852,000	20,24
Kommt in den Lichtraum		
Nach 9 Tagen im Lichte	11,840,000	20,97
» 15 » » »	11,944,000	20,7

Ratte F		
Nach 21 Tagen im Dunkelraume	9,980,000	24,55
Kommt in den Lichtraum		
Nach 9 Tagen im Licht	10,784,000	18,35
» 15 » » »	10,928,000	18,76
» 29 » » »	11,216,000	21,1
Nach 15tägigem Aufenth. in Basel	10,424,000	—

Ratte G		
Nach 21 Tagen im Dunkeln	9,896,000	20,74
Kommt in den Lichtraum		
Nach 9 Tagen im Licht	9,980,000	18,16
» 12 » » » Partus!		
» 29 » » »	8,876,000	16,6
Nach 15tägigem Aufenth. in Basel	9,748,000	—

II. Sendung.

Ankunft in Davos..... 30. Juli.

1. Lichttiere.

Ratte I	Zahl der roten Blutkörperchen i. cmm.	Hæmoglobin Prozent
31. Juli	10,168,000	17,67
3. Aug.	10,544,000	17,92
7. »	10,556,000	17,88
11. »	10,825,000	18,36
	Kommt in den Dunkelraum	
16. Aug.	11,296,000	18,56
26. »	11,512,000	19,44
31. »	11,560,000	19,0
Ratte II		
31. Juli	9,840,000	18,36
3. Aug.	10,524,000	17,05
7. »	11.180,000	18,5
11. »	11,236,000	20,0
	Kommt in den Dunkelraum	
16. Aug.	11,304,000	19,6
26. »	11,312,000	20,15
31. »	11,060,000	19,85

2. Dunkeltiere.

Ratte III		
31. Juli	9,996,000	18,2
3. Aug.	9,920,000	17,06
7. »	10,772,000	18,75
11. »	11,368,000	19,92
	Kommt in den Lichtraum	
16. Aug.	11,248,000	20,65
27. »	11,164,000	20,5
31. »	11,316,000	20,45

Ratte IV	Zahl der roten Blutkörperchen i. cmm.	Hæmoglobin Prozent
31. Juli	9,972,000	18,2
3. Aug.	10,124,000	18,0
7. »	10,544,000	18,35
11. »	10,932,000	18,05
	Kommt in den Lichtraum	
16. Aug.	10,892,000	17,86
27. »	10,952,000	18,44
31. »	11,036,000	18,52

Zur bessern Übersicht habe ich diese Zahlen auch graphisch dargestellt und zwar so, dass die schwarze Kurve die Schwankungen der Blutkörperchenzahl zeigt, die rote dagegen die der Hæmoglobinwerte.

Die Kurven sämtlicher Kaninchen zeigen nun deutlich, dass gleich nach der ersten Untersuchung die Zahl der roten Blutkörperchen sinkt, um dann nachher wieder langsam anzusteigen; das gleiche, nur in etwas geringerem Grade, ist auch mit dem Hæmoglobingehalt der Fall. Dieser Abfall vom 2. Tage an ist schon von Wolff und Köppe erwähnt und später durch die Untersuchungen von Egli-Sinclair, Schumburg und Zuntz und Lœwy und Zuntz bestätigt worden. Allein jeder dieser Autoren betont, dass in keinem Falle der Anfangswert des Blutfarbstoffes resp. der Blutkörperchenzahl erreicht oder überschritten worden sei. In meinen Versuchen dagegen stehen die Zahlen am Ende der Beobachtung in Davos sowohl für die Blutkörperchenmenge als auch für den Hæmoglobingehalt zum Teil ganz erheblich über dem Anfangswerte und stimmen also darin meine Resultate ganz genau überein mit den Zahlen von Egger und den andern Autoren. Dass diese Untersucher den Abfall in den ersten Tagen nicht gefunden haben, ist wohl aus den längeren Intervallen zu erklären, in denen die Zählungen vorgenommen worden sind, dadurch ist dann bei der zweiten Zählung der Anfangswert bereits wieder ein-

geholt oder überschritten worden. Auffallend ist allerdings die hohe Anfangszahl, die Egger bei seinen am 1. Tage der Ankunft in Arosa Untersuchten gefunden hat, während Kündig in Davos im allgemeinen niedrigere Anfangszahlen bekam. Wenn aber Schumburg, Zuntz u. a. den Hæmoglobingehalt des Blutes oder die Zahl der roten Blutkörperchen am Schlusse ihrer Untersuchungen niedriger fanden als im Anfange, so liegt der Grund dafür wohl nur darin, dass sie eben ihre Versuche zu früh abgeschlossen haben.

Zur Erklärung dieser merkwürdigen Steigerung der Blutkörperchenzahl und des Hæmoglobins am ersten Tage und der darauffolgenden Abnahme lässt sich die Vermutung aussprechen, dass hier die von Zuntz u. a. betonte Reizwirkung des neuen Aufenthaltsortes in Betracht kommt und eine vorübergehende abnormale Verteilung von Blutkörperchen, resp. eine Vermehrung derselben in den peripheren Gefässbezirken veranlasst. Jedenfalls aber bringt auch die neueste Theorie in dieser Blutkörperchenfrage von Gottstein, Schröder, Meissen keine Erklärung dafür. Im Gegenteil, diese Abnahme an Blutkörperchen und Hæmoglobin vom 2. Tage an ist eher ein neuer Beweis gegen diese Auffassung. Denn wie sollte man es sich erklären, dass derselbe verminderte Luftdruck, welcher, wie diese Autoren behaupten, am ersten Tage das Volumen der Zählkammer vergrössert, am 2. und folgenden Tage eine Volumenverminderung der Kammer und dadurch eine Abnahme der Blutkörperchenzahl herbeiführt?

Merkwürdig ist es nun, dass dieser vorübergehende Abfall nur bei den Menschen und Kaninchen zu Stande kommt, während die Zahl der Blutkörperchen bei den Ratten gleich vom 1. Tage an zunimmt. Wenn wir die Ursache für diese ursprüngliche Vermehrung bei Menschen und Kaninchen in den Reizwirkungen der Accli-

matisation suchen, so scheint dieselbe bei den Ratten ohne Reaktion vor sich zu gehen.

Aus diesen Versuchen geht also hervor, dass die Vermehrung der roten Blutkörperchen und des Hæmoglobins im Höhenklima auch zu Stande kommt, wenn der Einfluss des Sonnenlichtes ausgeschaltet wird. Allerdings ist dabei beobachtet worden, dass das Maximum der roten Blutkörperchen bei den im Dunkeln gehaltenen Tieren langsamer erreicht worden ist, als bei den Tieren, welche von Anfang an im Lichte waren. Die Behauptungen, dass die stärkere Insolation des Hochgebirges einer der wichtigsten Faktoren bei der Blutkörperchenvermehrung sei und dass das Sonnenlicht die vermehrte Blutbildung anrege, müssen daher auf Grund dieser Versuche als unrichtig bezeichnet werden. Da bei den Dunkeltieren alle Reizwirkungen wie Wärme, Kälte, Winde etc. ausgeschlossen waren, so muss auch die Erklärung von Zuntz für die später und schrittweise erfolgende Vermehrung im Hochgebirge fallen gelassen werden.

Durch unsere Versuche werden die Ergebnisse der Arbeit von Marti und Kronecker in keiner Weise beanstandet, denn im Hochgebirge sind eben die blutvermehrenden Faktoren so mächtig, dass sie die Unterschiede, welche Licht und Dunkel im Unterlande hervorgerufen haben, vollständig verwischen. Welches sind nun diese Faktoren?

Dadurch, dass wir also weder die verstärkte Insolation, noch die trockene, «bluteindickende» Luft, noch die verschiedenartigen andern Reize des Höhenklimas als Ursache für diese endgiltige Vermehrung betrachten können, gewinnt die Theorie von Miescher immer mehr an Wahrscheinlichkeit, und wenn dieselbe auch noch nicht in allen Punkten eine klare und deutliche Erklärung gibt, so müssen wir einstweilen doch eine Vermehrung der roten Blutkörperchen

und eine Vermehrung des Blutfarbstoffes in Folge der verdünnten Luft annehmen, umsomehr, als auch beim Laboratoriumexperiment gerade dieser Faktor dieselben Blutveränderungen hervorruft, wie im Hochgebirge.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, Herrn *Dr. F. Egger,* Privatdozent in Basel, meinen besten Dank für die Anregung zu dieser Arbeit und für die Unterstützung während derselben auszusprechen.

Zu herzlichem Dank bin ich auch Herrn *Dr. A. Kündig*, dirig. Arzt der Basler Heilstätte in Davos verpflichtet, der mich bei der Ausführung dieser Arbeit in so liebenswürdiger Weise mit Rat und That unterstützte.

Litteraturverzeichnis.

1. **Bunge, G.,** Verhandlungen des 13. Kongresses für innere Medizin, 1895.
2. **Cohnstein** und **Zuntz,** Pflügers Archiv für Physiologie 1888, Bd. 42.
3. **Egger, F.,** Zeitschrift für physikalische und diätetische Terapie, 1899, Bd. II.
4. **Fick, A.,** Pflügers Archiv für Physiologie, 1895, Bd. 60.
5. **Friedländer, R.,** Kongress für innere Medizin, 1897, Bd. 15.
6. **Gebhardt, W.,** Die Heilkraft des Lichtes, Leipzig, 1898.
7. **Gottstein, A.,** Allgem. medizinische Centralzeitung, 1897, Nr. 74.
8. — Berliner klinische Wochenschrift, 1898, Nr. 20.
9. — Münchner medizinische Wochenschrift, 1899, Nr. 40.
10. **Graffenberger, L.,** Pflügers Archiv für Physiologie, 1892, Bd. 53,
11. **Grawitz, E.,** Zeitschrift für klinische Medizin, 1892, Bd. 21.
12. — Berliner klinische Wochenschrift, 1895, Nr. 33 u. 34.
13. — » » » » » 48.
14. — Klinische Pathologie des Blutes.
15. **v. Jaruntowsky** und **Schröder,** Münchner med. Wochenschrift, 1894, Nr. 48.
16. **Köppe** und **Wolff,** Münchner medizinische Wochenschrift, 1893, Bd. 11, 41 und 42.
17. **Kündig, A.,** Über die Wirkung des Ferratin. Dissertation, 1894.
18. — Über die Veränderungen des Blutes im Hochgebirge, Korr.-Blatt für Schweizer Ärzte, 1897.
19. **Ladendorff, A.,** Das Höhenklima.
20. **Leuch,** Sanitäre Erfolge der Zürcher Ferienkolonien im Jahre 1895. Korr.-Blatt für Schweizer Ärzte. 1896.
21. **Löwy, A.,** und **Zuntz, N.,** Pflügers Archiv für Physiologie, Bd. 66.
22. **Marti, A.,** Verhandlungen des 15. Kongresses f. innere Medizin, 1897.
23. **Miescher, F.,** Die histochem. und physiolog Arbeiten, Bd. II.
24. **Meissen** und **Schröder,** Münchner med. Wochenschrift, 1897, Nr. 23 und 24.
25. — Münchner med. Wochenschrift, 1898, Nr. 4.

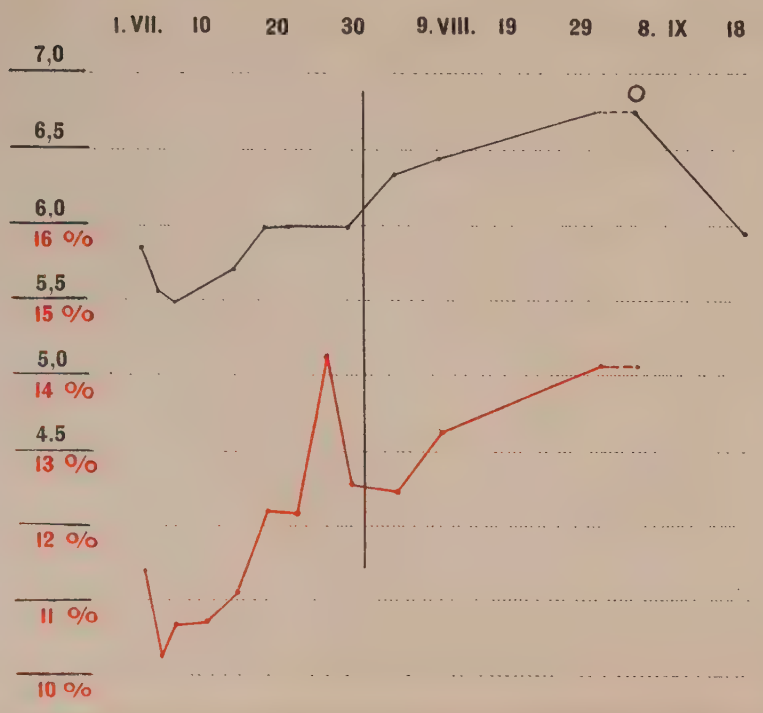
26. **Meyer, C.,** Die Bergkrankheit, 1854.
27. **Mosso, A.,** Der Mensch auf den Hochalpen, 1899.
28. **Regnard, P.,** La cure d'altitude. Paris, 1897.
29. **Reinert, E.,** Die Zählung der Blutkörperchen, 1891.
30. — Münchner med. Wochenschrift, 1895, Nr. 15 und 44.
31. **Schaumann** und **Rosenquist,** Centralblatt für innere Medizin, 1896.
32. — Ist die Blutkörperchenvermehrung im Höhenklima eine wirkliche oder nur eine scheinbare? Bonn, 1897.
33. — Zeitschrift für klinische Medizin, 1898, Bd. 35.
34. **Schöneteiger, F.,** Der Einfluss des Lichtes auf den tierischen Organismus. Berlin 1898.
35. **Schröder, G.,** Über Veränderungen des Blutes in Görbersdorf. Dissertation, 1894.
36. — Deutsche Medizinalzeitung, 1897, Nr. 81.
37. — Münchner med. Wochenschrift, 1898, Nr. 42.
38. — » » » 1899, » 40.
39. **Schlötter, H.,** Beiträge zur klinischen Medizin und Chirurgie, 1899, Heft 21: «Zur Kenntnis der Bergkrankheit».
40. **Schumburg** u. **Zuntz,** Pflügers Archiv für Phisiologie, 1896, Bd. 63.
41. **Stierlin, R.,** Deutsch. Archiv für klinische Medizin, 1889, Bd. 45.
42. **Turban, K.,** Münchner med. Wochenschrift, 1899, Nr. 28.
43. **Veraguth, C.,** Le climat de la haute Engadine, 1887.
44. **Volland,** Über die Verdunstung und Insolation, 1879.
45. **Weiss, J.,** Zeitschrift für physiologische Chemie, 1896, Bd. 22.
46. **Wolff, F.,** Über den Einfluss des Gebirgsklima auf den gesunden und kranken Menschen, 1895.
47. **Zuntz,** Diskussion der Berliner medizinischen Gesellschaft. Berliner klinische Wochenschrift, 1895.
48. **Zuntz, N.** u. **L.,** Über die Wirkungen des Hochgebirges auf den menschlichen Organismus.

Kaninchen *Lichttiere.*

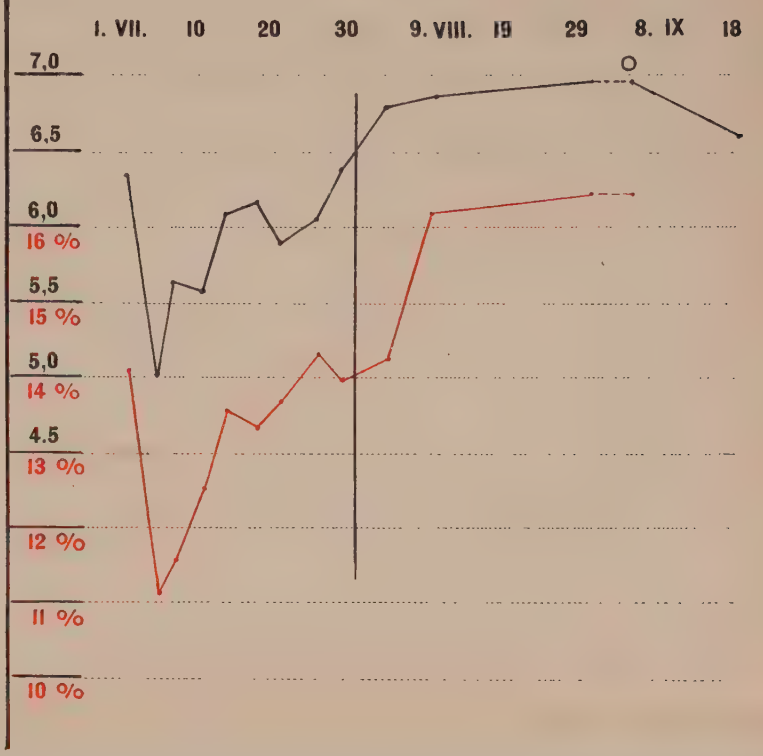
Ankunft in Davos den 1 Juli. In den Dunkelraum gebracht den 31 Juli.

Ankunft in Basel am 5. September ○

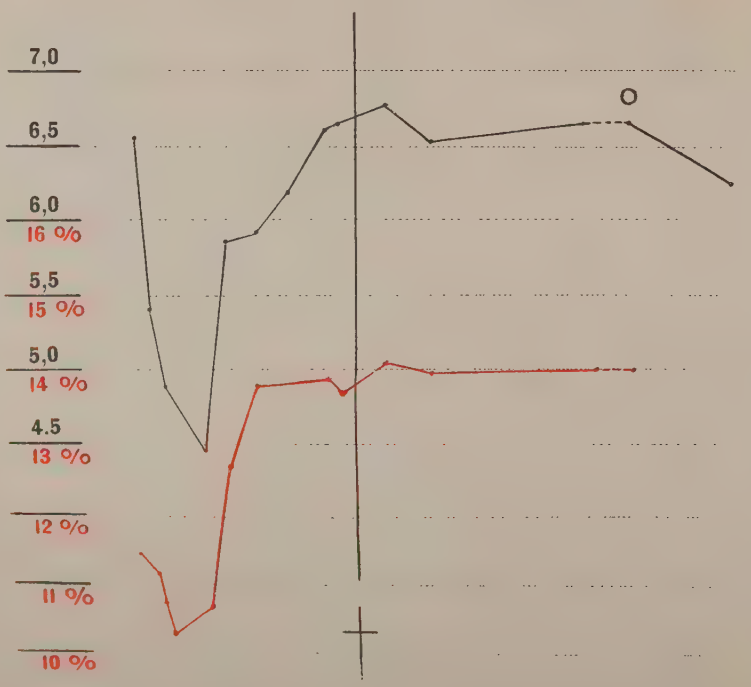
A.



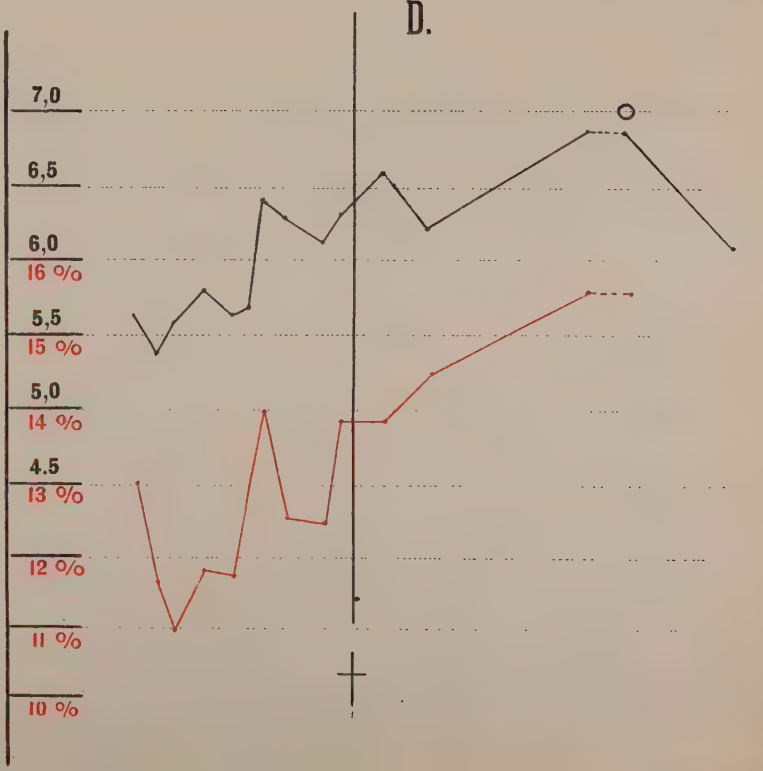
B.



C.



D.

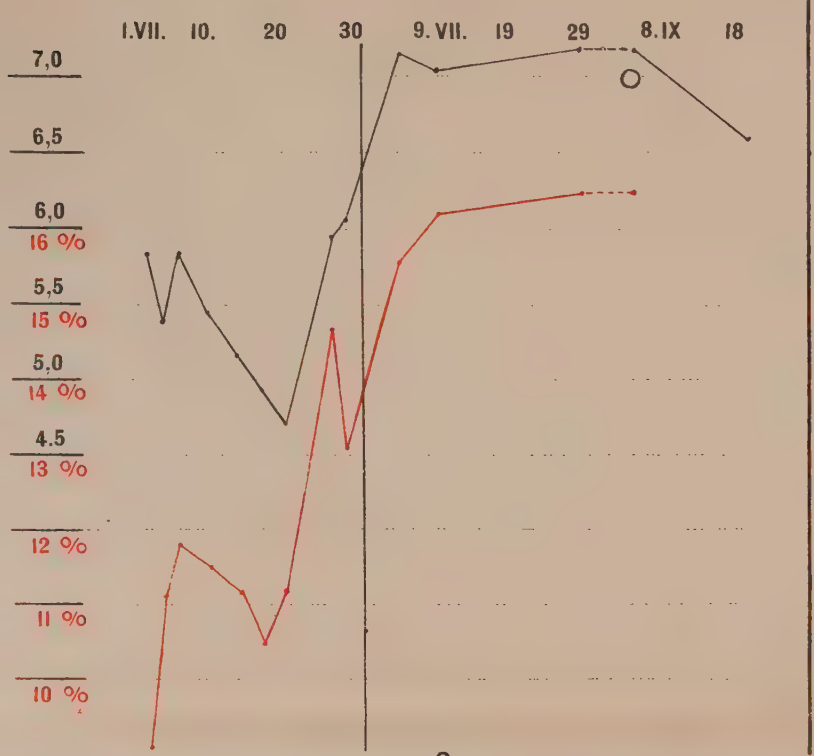


Kaninchen Dunkeltiere.

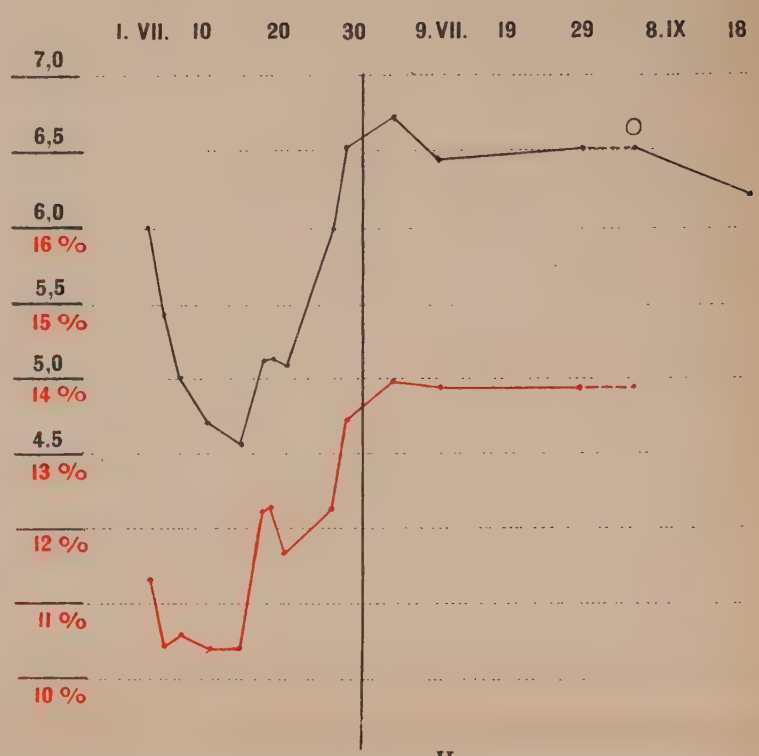
Ankunft in Davos den 2. Juli. In den Lichtraum gebracht den 31 Juli.

Ankunft in Basel am 5. September ○

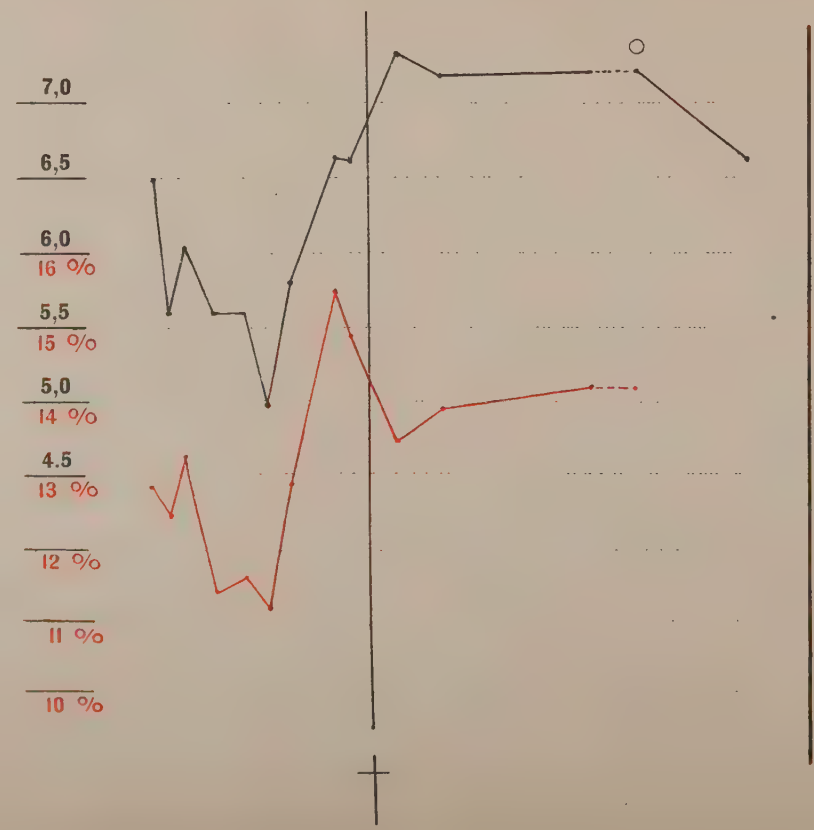
E.



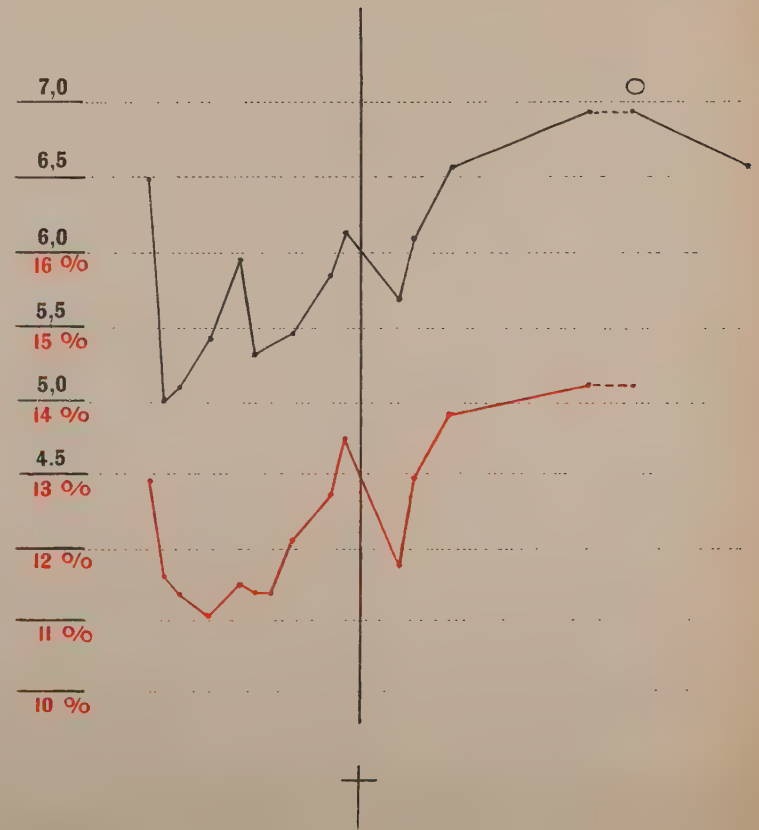
F.



G.



H.



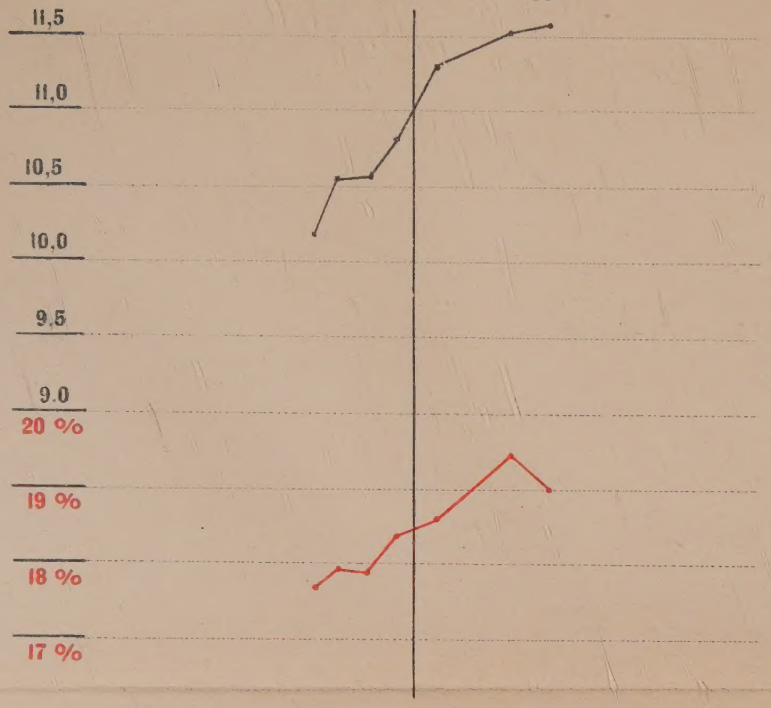
Ratten 2. Sendung.

Ankunft in Davos den 31 Juli.

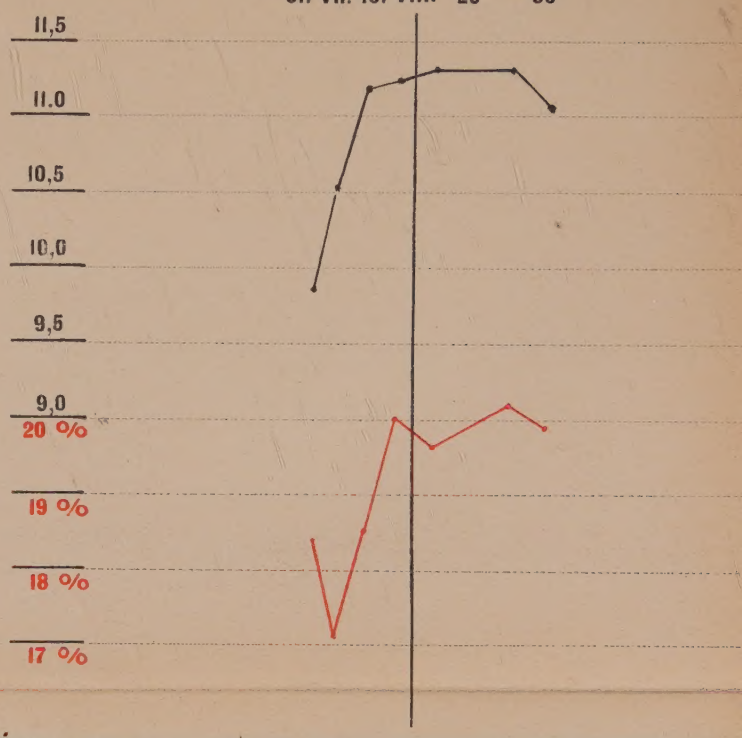
1. Lichttiere.

In den Dunkelraum gebracht den 13. August.

I.



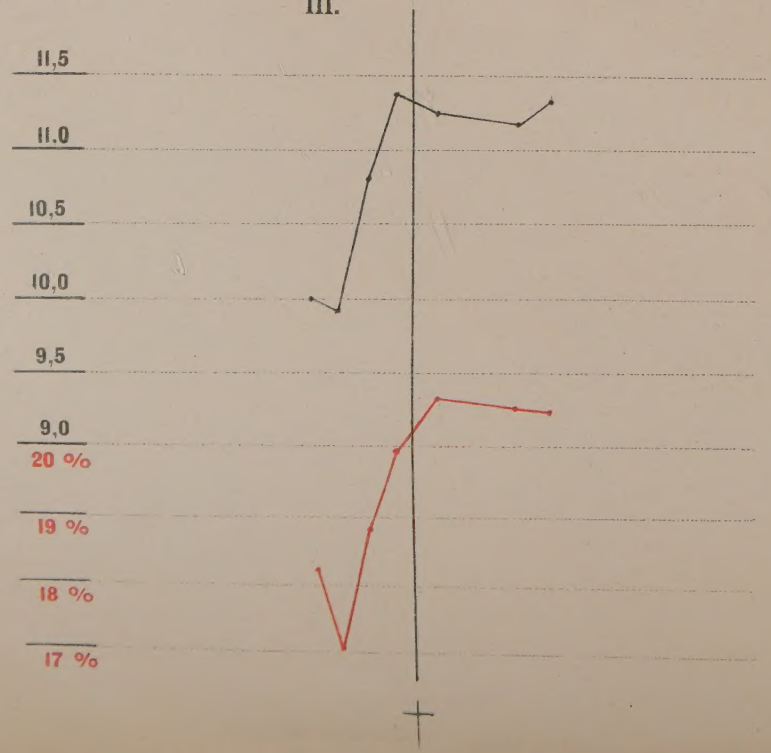
II.



2. Dunkeltiere.

In den Lichtraum gebracht den 13. August.

III.



IV.